

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-280532

(P2002-280532A)

(43) 公開日 平成14年9月27日 (2002.9.27)

(51) IntCl. <sup>1</sup>	識別記号	F I	チート (参考)
H 0 1 L 27/14		G 0 2 B 3/00	A 2 H 0 4 8
G 0 2 B 3/00		5/20	1 0 1 4 M 1 1 8
5/20	1 0 1	H 0 4 N 5/335	U 5 C 0 2 4
H 0 4 N 5/335		H 0 1 L 27/14	D

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-73196 (P2001-73196)

(22) 出願日 平成13年3月14日 (2001.3.14)

(71) 出願人 600005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 ト部 祥志

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 100078282

弁護士 山本 秀策

Fターム (参考) 2H048 BA02 BA45 BB02 BB07 BB08

BB10 BB13 BB28 BB37 BB47

4M118 AA01 AB01 BA10 CB01 CX04

GX06 GX07 GX20

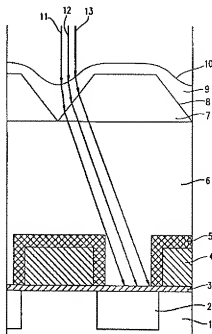
5X024 CX13 CY47 EX43 EX52

(54) 【発明の名称】 固体撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 光電変換部の光感度を向上させ、選択されていゝ画素からの信号電荷の漏れよりにじみが生じるスミア現象を抑制する。

【解決手段】 半導体基板1の内部に受光部である複数の光電変換部2が一定の間隔をあけて設けられており、半導体基板1上に各光電変換部2にてそれぞれ生成された信号電荷を転送する電荷転送電極4が、各光電変換部2の間に、それぞれ設けられるとともに、半導体基板1上に各電荷転送電極4を埋め込むように絶縁膜6が積層されていて、絶縁膜6上の光電変換部2に対向する位置に、画素分離膜7がそれぞれ設けられており、隣接する一対の画素分離膜7の側面同士の間所定の角度を有する断面V字状の溝部8が形成されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板の内部に、受光部である複数の光電変換部が一定の間隔をあけて設けられており、該半導体基板上に各光電変換部にてそれぞれ生成された信号電荷を転送する電荷転送電極が、各光電変換部の間に、それぞれ設けられるとともに、該半導体基板上に各電荷転送電極を埋め込むように絶縁膜が積層された固体撮像装置であって、

該絶縁膜上の該光電変換部に対向する位置に、画素分離膜がそれぞれ設けられており、隣接する一対の画素分離膜の側面同士の間所定の角度を有する断面V字状の溝部が形成されていることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項2】 前記各画素分離膜が透明膜によってそれぞれ被覆されるとともに、前記各溝部に透明膜が設けられている請求項1に記載の固体撮像装置。

【請求項3】 前記透明膜の屈折率が前記画素分離膜の屈折率より低い値である請求項2に記載の固体撮像装置。

【請求項4】 前記各溝部に設けられた透明膜の表面が凹面状になっている請求項2に記載の固体撮像装置。

【請求項5】 前記各溝部に設けられた透明膜が断面V字状になっている請求項2に記載の固体撮像装置。

【請求項6】 前記各画素分離膜上に凸レンズ状のマイクロレンズがそれぞれ設けられている請求項1に記載の固体撮像装置。

【請求項7】 前記各マイクロレンズの底面の周縁部が前記透明膜上に配置されている請求項6に記載の固体撮像装置。

【請求項8】 前記画素分離膜がカラーフィルターである請求項1に記載の固体撮像装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、固体撮像装置に関し、特に、受光部である光電変換部の集光効率を向上させた固体撮像装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、固体撮像装置は、市場において、利便性等の観点より形状の小型化および画像の高画素化が求められている。この結果、固体撮像装置の受光部である光電変換部と電荷転送部とから構成されるユニットセルは、固体撮像装置の内部における占有面積が縮小されている。このようなユニットセルの占有面積の縮小に伴う光電変換部の面積の縮小は、入射光の光電変換部への集光率を減少させ、固体撮像装置の主要特性の1つである光電変換部の光感度を低下させるおそれがある。

【0003】従来、このような光電変換部の光感度の低下に対して、固体撮像装置の受光部である光電変換部に対向するように、光電変換部の上部の入射光の光路上にマイクロレンズを形成し、入射光を効率よく光電変換部に集光させて、光電変換部の光感度を向上させることが

図られている。

【0004】図5は、このように、入射光を光電変換部に集光させるマイクロレンズを用いることによって、光電変換部の集光率を向上させている従来の固体撮像装置の概略断面図である。図5に示す固体撮像装置では、半導体基板1の上部に、複数の光電変換部2が一定の間隔をあけて埋め込まれている。隣接する光電変換部2の間には、電荷転送部（転送レジスタ：図示せず）が設けられており、全ての光電変換部2および電荷転送部を覆うように、電荷読み出し部（転送ゲート：図示せず）および層間膜3が形成されている。層間膜3上には、断面が長方形である複数の電荷転送電極4が、一定間隔で隣接する光電変換部2の間に、それぞれ形成されており、各電荷転送電極4の表面は、入射光の感光領域を規定する遮光膜5によってそれぞれ被覆されている。

【0005】層間膜3上には、絶縁膜6が、遮光膜5によって被覆されている電荷転送電極4を埋め込むように、積層されている。絶縁膜6上には、カラーフィルター19、カラーフィルター19の表面を平坦化する透明な平坦化膜20が順層に積層されている。平坦化膜20上には、入射光を各光電変換部2にそれぞれ集光させる複数のマイクロレンズ15が一定の間隔をあけて各画素毎に形成されている。マイクロレンズ15は、受光部である光電変換部2に対向する位置に、光電変換部2の傾斜（幅）よりも拡張されて設けられている。各マイクロレンズ15は、中央部が周縁部よりも厚くなった凸レンズである。

【0006】図5に示すように、外部よりマイクロレンズ15に入射した入射光（図5に矢印13、16、17、18で示す）は、マイクロレンズ15の表面で屈折して光電変換部2に向かって進行し、平坦化膜20、カラーフィルター19、絶縁膜6、層間膜3を経て光電変換部2の受光面に照射され、光電変換部2にて信号電荷を励起する。入射光（図5に矢印13、16、17、18で示す）によって励起された信号電荷は、電荷転送電極4の下部に形成されている電荷読み出し部（転送ゲート：図示せず）にて読み出され、電荷転送部（転送レジスタ：図示せず）に転送される。電荷転送電極4を覆う遮光膜5は、電荷読み出し部（転送ゲート：図示せず）および電荷転送部（転送レジスタ：図示せず）への光の入射量を低下させる機能を備えている。

【0007】マイクロレンズ15は、光電変換部2の幅よりも大きくなっているために、マイクロレンズ15の周縁部に外部から入射した入射光13は、入射光13の入射した位置が光電変換部2の傾斜（幅）から外れているにもかかわらず、マイクロレンズ15によって光電変換部2に集光される。

【0008】このように、光電変換部2に対向する位置にマイクロレンズ15を設けることによって、光電変換部2において励起される信号電荷が増加するとともに、

遮光膜5に入射する入射光を減少させ、光電変換部2の光感度の向上、および、選択されていない画素からの信号電荷の漏れによるにじみが生じるスミア現象の抑制等の大きな効果が得られる。したがって、外部からの入射光がマイクロレンズ15の表面上に入射するように、平坦化膜20上に設けられるマイクロレンズ15の底面を大きくし、マイクロレンズ15の存在しない領域をさらに小さくすれば、図5に矢印11および12で示す入射光も光電変換部2に集光されるため、光電変換部2に集光される光量が増加し、光電変換部2の光感度の向上、および、選択されていない画素からの信号電荷の漏れより生じるスミア現象の抑制がより一層向上させることができる。

【0009】尚、本明細書では、説明上、簡単のためにマイクロレンズ15、平坦化膜20、カラーフィルター19、絶縁膜6の屈折率は全て同一としている。マイクロレンズ15には、通常、屈折率が1.6程度である物質を用いている。

【0010】しかしながら、平坦化膜20上において、マイクロレンズ15の底面を大きくし、マイクロレンズ15の存在しない領域を小さくすると、例えば、平坦化膜20上に隣接する複数のマイクロレンズ15同士が接触し、マイクロレンズ15の接触部分が画素欠陥となり画質を著しく劣化させるおそれがある。また、マイクロレンズ15の形成時の加工バラツキによって、外部より固体撮像装置のマイクロレンズ15に投射された入射光の一部が、隣接する光電変換部2に対向するカラーフィルター19を通過し、画像に歪色が生じるというおそれがある。したがって、平坦化膜20上において、マイクロレンズ15の底面を大きくし、マイクロレンズ15の存在しない領域を小さくすることは容易ではない。

【0011】このため、平坦化膜20上におけるマイクロレンズ15が存在しない領域に入射した入射光（図5に矢印11、12で示す）を受光部である光電変換部2に集光させるために、図6および図7に示すように、平坦化膜20上のマイクロレンズ15の存在しない領域に、外部からの入射光を拡散させる作用を有する凹レンズを形成した固体撮像装置が特開平5-27196号公報、特開平9-45884号公報、特開平11-87673号公報等に開示されている。

【0012】図6に示す固体撮像装置は、絶縁膜6上には、入射光を光電変換部2に集光させるマイクロレンズ15が一定間隔で画素毎に形成されている。絶縁膜6上には、また、マイクロレンズ15が形成されていない電荷転送電極4に対向する位置に、凹面状の凹レンズ21がそれぞれ形成されている。マイクロレンズ15と凹レンズ21とは、絶縁膜6の表面上に、交互に連続して形成されている。その他の構成は、図5に示す固体撮像装置の構造と同様になっている。

【0013】このように、図6の固体撮像装置は、絶縁

膜6の表面上にマイクロレンズ15および凹レンズ21が相互に隣接して設けられており、外部よりマイクロレンズ15に入射した入射光（図6に矢印13、16、17、18で示す）は、マイクロレンズ15の表面で屈折して光電変換部2に向かって進行し、マイクロレンズ15の内部、絶縁膜6、層間膜3を経て光電変換部2の受光面に照射される。また、マイクロレンズ15の底面近傍において凹レンズ21に入射する入射光（図6に矢印12で示す）は、凹レンズ21によって屈折されて、光電変換部2に向かって進行し、絶縁膜6、層間膜3を経て光電変換部2の受光面に照射される。

【0014】しかしながら、凹レンズ21の中心部近傍に入射する入射光（図6の矢印11参照）は、凹レンズ21によって屈折されて、光電変換部2に向かって絶縁膜6内を進行するが、電荷転送電極4を覆う遮光膜5によって光路を遮断され光電変換部2の受光面まで到達することができない。凹レンズ21の中央部近傍に入射する入射光（図6の矢印11参照）を光電変換部2の受光面に到達させるためには、入射光（図6の矢印11参照）の光路上に遮光膜5が存在しないように絶縁膜6の膜厚を厚くする必要がある。

【0015】図7に示す固体撮像装置では、層間膜3上に、遮光膜5によって被覆されている電荷転送電極4が一定間隔で形成されており、この電荷転送電極4を埋め込むように第1の中間膜22が積層されている。第1の中間膜22の表面には、遮光膜5によって被覆されている電荷転送電極4と対向する領域の中心部に、凹レンズ23が一定間隔で形成されている。第1の中間膜22上には、第1の中間膜22より屈折率が小さい第2の中間膜24が積層されている。そして、第2の中間膜24上には、入射光を光電変換部2にそれぞれ集光させる複数のマイクロレンズ15が一定間隔で画素毎に形成されている。第2の中間膜24上に形成されている各マイクロレンズ15の間隔は、第1の中間膜22に形成されている凹レンズ23の幅に対応する。その他の構成は、図5に示す固体撮像装置の構造と同様になっている。

【0016】図7の固体撮像装置は、第1の中間膜22上の第2の中間膜24との間に凹レンズ23が設けられているために、外部よりマイクロレンズ15に入射した入射光（図7に矢印13、16、17、18で示す）は、マイクロレンズ15にて屈折して光電変換部2に向かって進行し、第2の中間膜24、第1の中間膜22、層間膜3を経て光電変換部2の受光面に照射される。また、マイクロレンズ15が形成されていない領域に入射した光は、第2の中間膜24を経て第1の中間膜22に形成されている凹レンズ23に到達する。この場合、凹レンズ23の間隔部に入射する入射光（図7の矢印12参照）は、凹レンズ23の表面で屈折して、光電変換部2に向かって進行し、第1の中間膜22、層間膜3を経て光電変換部2の受光面に照射される。しかしながら、

凹レンズ23の中央部近傍に入射する入射光(図7の矢印11参照)は、凹レンズ23の表面で、光電変換部2に向かって屈折して第1の中間膜22内を進行するが、電荷転送電極4を覆う遮光膜5によって光路を遮断され光電変換部2の受光面まで到達させることができない。その結果、図6に示す固体撮像装置と同様に、凹レンズ23の中央部近傍に入射する入射光(図7の矢印11参照)を光電変換部2の受光面に到達させるために、入射光(図7の矢印11参照)の光路上に遮光膜5が存在しないように第1の中間膜22の膜厚を厚くする必要がある。

#### 【0017】

【発明が解決しようする課題】固体撮像装置の光電変換部2における入射光の集光特性の主要部分となるマイクロレンズ15には、マイクロレンズ15と光電変換部2との間の距離に関して、画素欠陥を生じさせないための最適値が存在する。このために、図6の固体撮像装置のように、絶縁膜6の膜厚を厚くしたり、図7の固体撮像装置のように、第1の中間膜22の膜厚を厚くすると、入射光の減衰により光電変換部2における入射光の集光率を低下させることになるため、光電変換部2の光感度の低下および選択されていない画素からの信号電荷の漏れによってにじみが生じるスミア現象が促進されるおそれがある。

【0018】本発明は、このような課題を解決するものであり、その目的は、受光部である光電変換部の光感度を向上させるとともに、選択されていない画素からの信号電荷の漏れによりにじみが生じるスミア現象を抑制する固体撮像装置を提供することにある。

#### 【0019】

【課題を解決するための手段】本発明の固体撮像装置は、半導体基板の内部に、受光部である複数の光電変換部が一定の間隔をあけて設けられており、該半導体基板上に各光電変換部にてそれぞれ生成された信号電荷を転送する電荷転送電極が、各光電変換部の間に、それぞれ設けられるとともに、該半導体基板上に各電荷転送電極を埋め込むように絶縁膜が積層された固体撮像装置であって、該絶縁膜の該光電変換部に対向する位置に、画素分離膜がそれぞれ設けられており、隣接する一対の画素分離膜の側面同士の間所定の角度を有する断面V字状の溝が形成されていることを特徴とする。

【0020】前記各画素分離膜が透明膜によってそれぞれ被覆されるとともに、前記各溝部に透明膜が設けられている。

【0021】前記透明膜の屈折率が前記画素分離膜の屈折率より低い値である。

【0022】前記各溝部に設けられた透明膜の表面が凹面になっている。

【0023】前記各溝部に設けられた透明膜が断面V字状になっている。

【0024】前記各画素分離膜上に凸レンズ状のマイクロレンズがそれぞれ設けられている。

【0025】前記各マイクロレンズの底面の周縁部が前記透明膜上配置されている。

【0026】前記画素分離膜がカラーフィルターである。

#### 【0027】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態を説明する。

【0028】図1は、本発明の第1の実施形態である固体撮像装置の要部の概略断面図である。第1の実施形態の固体撮像装置は、半導体基板1の上部に、複数の光電変換部2が一定の間隔をあけて埋め込まれている。隣接する光電変換部2の間には、電荷転送部(転送レジスタ:図示せず)が設けられており、全ての光電変換部2および電荷転送部を覆うように、電荷読み出し部(転送ゲート:図示せず)および層間膜3が形成されている。層間膜3上には、複数の電荷転送電極4が、一定間隔で隣接する光電変換部2の間にそれぞれ形成されており、各電荷転送電極4の表面は、入射光の感光領域を規定する遮光膜5によってそれぞれ被覆されている。層間膜3上には、絶縁膜6が、遮光膜5によって被覆されている電荷転送電極4を埋め込むように、積層されている。

【0029】絶縁膜6上には、受光部である各光電変換部2に対向して、画素分離膜7が、画素毎にそれぞれ形成されている。各画素分離膜7は、上側になるにつれて順次断面面積が小さくなる上面が平坦な四角錐台形状になっており、その底面は、光電変換部2の領域(幅)よりも広がっている。隣接する一対の画素分離膜7の間には、各画素分離膜7の相互に対向する傾斜した側面同士により断面V字状の溝部8が形成されている。全ての画素分離膜7上には、各画素分離膜7より屈折率の低い透明膜9が積層されている。そして、隣接する各画素分離膜7の間に形成された各溝部8上に位置する透明膜9の表面は、凹面状に窪んだ状態になって、凹レンズ10がそれぞれ形成されている。

【0030】図1に示す固体撮像装置では、画素分離膜7として屈折率 $n_1 \approx 1.6$ の感光性透明樹脂(例えば富士薬品工業株式会社製:FVR)が使用されている。この感光性透明樹脂は、絶縁膜6上に $0.5 \mu\text{m} \sim 1.0 \mu\text{m}$ の膜厚で塗布され、フォトリソグラフィによって四角錐台形状の画素分離膜7のパターンが形成される。それぞれが四角錐台形状になった画素分離膜7は、光電変換部2と電荷転送部(図示せず)からなる任意のユニットセル毎にパターン形成されるが、隣接するユニットセルに対する各画素分離膜7のパターンが同時に形成されないように、1つのユニットセルに対する各画素分離膜7のパターン形成は、複数回に分けて行われる。この時、各画素分離膜7の側面の傾斜角度は、光源からの照射射量および照射光の焦点に基づいて水平方向に対

して $40^{\circ} \sim 80^{\circ}$ の範囲で変更され、隣接する一对の画素分離膜7の相互に対向する側面によって断面V字状の清部8が形成される。このようにして、四角錐台形状の画素分離膜7が全ての光電変換部2に対向する位置にそれぞれ形成される。

【0031】さらに、全ての画素分離膜7上に積層される透明膜9には、画素分離膜7より屈折率の低い屈折率 $n \approx 1.35$ の非素系樹脂（例えば旭硝子株式会社製：サイトップ）が使用されている。この非素系樹脂は、画素分離膜7上に $0.2 \mu\text{m} \sim 0.5 \mu\text{m}$ の膜厚でスピン塗布され、清部8の上部に凹面状の凹レンズ10を有する透明膜9が形成される。尚、凹レンズ10の凹面形状は、非素系樹脂の粘度およびスピンの回転数等によって調整される。

【0032】このような構成により凹レンズ10の表面から画素分離膜7の上面に入射する入射光は、画素分離膜7、絶縁膜6、層間膜3を通じて光電変換部2の受光面に照射される。また、清部8を覆う透明膜9上に形成された凹レンズ10の中央部近傍に入射した入射光（図1の矢印11で示す）、および、凹レンズ10に対してその入射光（図1の矢印12で示す）よりも周縁部側に入射した入射光（図1の矢印12および13で示す）は、凹レンズ10の表面で屈折して透明膜9内を進行し、さらに、画素分離膜7の側面によって、光電変換部2に向かって屈折される。そして、画素分離膜7の内部、絶縁膜6、層間膜3を経て光電変換部2の受光面に到達し、光電変換部2にて信号電荷が励起される。

【0033】したがって、図1に示す固体撮像装置では、透明膜9の各凹レンズ10の間の表面および凹レンズ10内に入射した入射光のほとんどが光電変換部2の受光面に照射され、光電変換部2の光感度を向上させることができる。

【0034】図2は、本発明の第2の実施形態である固体撮像装置の要部の概略断面図である。第2の実施形態の固体撮像装置では、画素分離膜7上に形成される透明膜9の清部8内に各画素分離膜7の傾斜した側面と同様の断面V字状の清部14がそれぞれ設けられている。画素分離膜7上に設けられた透明膜9は、画素分離膜7よりも屈折率が低くなっている。その他の構成は、図1に示す第1の実施形態の固体撮像装置と同様になっている。

【0035】透明膜9としては、屈折率 $n \approx 1.45$ のシリコン酸化膜が使用されている。このシリコン酸化膜は、画素分離膜7上にプラズマCVD（成膜温度： $250^{\circ}\text{C}$ ）によって、 $0.2 \mu\text{m} \sim 0.5 \mu\text{m}$ の膜厚で積層されている。

【0036】このような構成の固体撮像装置では、透明膜9上に形成された断面V字状の清部14の中央部近傍に入射した入射光（図2の矢印11で示す）、および、清部14に対して、その入射光（図2の矢印11で示す）より上側に入射した入射光（図2の矢印12および13で示す）は、清部14の表面で屈折して透明膜9内を進行し、さらに、画素分離膜7の側面によって光電変換部2に向かって屈折される。そして、画素分離膜7の内部、絶縁膜6、層間膜3を通じて光電変換部2の受光面に到達し、光電変換部2にて信号電荷が励起される。

【0037】したがって、図2に示す固体撮像装置では、透明膜9の各清部14の間の表面および清部14内に入射した入射光のほとんどが光電変換部2の受光面に照射され、光電変換部2の光感度を向上させることができる。

【0038】尚、第2の実施形態の固体撮像装置の構造では、透明膜9に形成された清部14を形成する傾斜面と、清部8を形成する各画素分離膜7の傾斜面とが一定の距離になっているために、清部14の傾斜面および画素分離膜7の傾斜面において、入射光を拡散させることなく光電変換部2の方向に屈折させることができる。このため、第2の実施形態の固体撮像装置では、透明膜9における平坦な表面に近接した清部14の上部の領域に入射した入射光も、透明膜9の内部、画素分離膜7の内部、絶縁膜6、層間膜3を経て、光電変換部2に確実に照射され、隣の透光膜5に到達するおそれがない。その結果、光電変換部2の受光面への集光率が一層向上する。

【0039】図3は、本発明の第3の実施形態である固体撮像装置の要部の概略断面図である。第3の実施形態の固体撮像装置では、四角錐台形状の画素分離膜7の平坦な上面にマイクロレンズ15が形成されており、マイクロレンズ15および画素分離膜7が透明膜9によって覆われている。そして、隣接する画素分離膜7の間に位置する透明膜9の部分に凹レンズ10がそれぞれ形成されている。その他の構成は、図1に示す第1の実施形態の固体撮像装置と同様になっている。

【0040】図3に示す固体撮像装置では、マイクロレンズ15に屈折率 $n \approx 1.6$ の熱硬化型感光性樹脂（例えば富士薬品工業株式会社製：PMR）が使用されている。この熱硬化型感光性樹脂は、画素分離膜7の平坦部上に $0.5 \mu\text{m} \sim 1.0 \mu\text{m}$ の膜厚でスピン塗布され、フォトリソグラフィーによってパターン形成を行った後に、 $150^{\circ}\text{C}$ 程度の加熱を行うことによって、中心部分の厚さが $0.7 \mu\text{m} \sim 1.5 \mu\text{m}$ 程度のマイクロレンズ15に形成される。そして、マイクロレンズ15が形成された後に、画素分離膜7より屈折率の低い透明膜9を、第1の実施形態の固体撮像装置において説明した手順に基づいて、各画素分離膜7の側面および各マイクロレンズ15を被覆するように積層することによって、図3に示すように画素分離膜7間の清部8内に凹面状の凹レンズ10が形成される。

【0041】このような構成の固体撮像装置では、透明膜9を通過して、マイクロレンズ15に入射する入射光

(図3に矢印16、17、18で示す)は、マイクロレンズ15によって集光されて、画素分離膜7、絶縁膜6、層間膜3を通過して光電変換部2の受光面に確実に照射される。尚、透明膜9の表面の凹レンズ10(またはV字面)の中央部近傍に入射した入射光(図3に矢印11で示す)、および、凹レンズ10に対してその入射光(図3に矢印11で示す)よりも周縁部側に入射した入射光(図3で矢印12および13で示す)は、凹レンズ10の表面で屈折して透明膜9内を進行し、さらに、画素分離膜7の側面によって光電変換部2に向かって屈折される。そして、画素分離膜7の内部、絶縁膜6、層間膜3を通過して光電変換部2の受光面に到達し、光電変換部2にて、信号電荷が励起される。

【0042】したがって、図3に示す固体撮像装置では、透明膜9の各凹レンズ10の間の表面および凹レンズ10内に入射した入射光のほとんどが光電変換部2の受光面に照射され、光電変換部2の光強度を向上させることができる。

【0043】尚、透明膜9の屈折率 $n_2$ は、マイクロレンズ15の屈折率 $n_3$ よりも小さい( $n_2 < n_3$ )のために、マイクロレンズ15に対して反射防止膜としての機能も有しており、従来の固体撮像装置のマイクロレンズ表面における入射光の反射が、透明膜9によって低減される。

【0044】図4は、本発明の第4の実施形態である固体撮像装置の要部の概略断面図である。第4の実施形態の固体撮像装置では、各画素分離膜7に形成されるマイクロレンズ15の底面は、画素分離膜7の上面よりも広く、その周縁部が画素分離膜7の上面の周囲に配置されている。そして、隣接する溝部8内にのみ透明膜9がそれぞれ設けられて、各透明膜9にて凹レンズ10(またはV字面)がそれぞれ形成されている。各透明膜9の両側の上端面は、マイクロレンズ15の底面にてそれぞれ覆われている。その他の構成は、図3に示す固体撮像装置と同様になっている。

【0045】図4に示す固体撮像装置では、絶縁膜6上に傾斜した側面を有する四角錐台形状の画素分離膜7を積層し、画素分離膜7上に画素分離膜7よりも屈折率の低い透明膜9を、第1の実施形態の固体撮像装置において説明した手順に基づいて、同様に積層し、その後、画素分離膜7の平坦な上面に積層された透明膜9を除去する。画素分離膜7の上面に積層されている透明膜9の除去方法としては、例えば、透明膜9が凹レンズ10を有する場合には、膜表面を平坦化する方法であるプラズマによるエッチバックを用いる。この方法では、第1の実施形態の固体撮像装置に設けられている透明膜9の膜厚よりも薄くできるために、表面積の大きな凹面状の凹レンズ10を形成することができる。

【0046】さらに、画素分離膜7の上面に積層されている透明膜9の他の除去方法としては、透明膜9の表面

の凹レンズ10(またはV字面)上にフォトリソトによりパターン形成を行い、画素分離膜7の上面の透明膜9のみをドライエッチングし、その後、凹レンズ10(またはV字面)上のフォトリソトを除去する。この方法では、透明膜9の表面上の凹レンズ10の形状は、第1の実施形態の固体撮像装置の設けられた凹レンズ10と同様の形状となる。

【0047】このように、画素分離膜7の上面の透明膜9を除去し、その後、第3の実施形態の固体撮像装置において説明した手順に基づいてマイクロレンズ15を画素分離膜7の平坦部上と、四角錐台形状の画素分離膜7の傾斜した側面上の平坦化された一部の透明膜9上とに形成する。尚、マイクロレンズ15の底面は、透明膜9の表面に形成されている凹レンズ10(またはV字面)の傾斜にはみ出さないように設定されている。

【0048】このような構成の固体撮像装置では、外部よりマイクロレンズ15に直接入射する入射光(図4に矢印16、17、18で示す)は、マイクロレンズ15によって集光されて、画素分離膜7、絶縁膜6、層間膜3を通過して光電変換部2の受光面に確実に照射される。尚、透明膜9の表面の凹レンズ10(またはV字面)の中央部近傍に入射した入射光(図4に矢印11で示す)、および、凹レンズ10に対してその入射光(図4に矢印11で示す)よりも周縁部側に入射した入射光(図4に矢印12および13で示す)は、凹レンズ10の表面で屈折して透明膜9内を進行し、さらに、画素分離膜7の側面によって光電変換部2に向かって屈折される。そして、画素分離膜7の内部、絶縁膜6、層間膜3を通過して光電変換部2の受光面に到達し、光電変換部2にて信号電荷が励起される。

【0049】したがって、図4に示す固体撮像装置では、マイクロレンズ15および透明膜9の凹レンズ10内に入射した入射光のほとんどが光電変換部2の受光面に照射され、光電変換部2の光強度を向上させることができる。

【0050】また、本発明の第1、第2、第3および第4の実施形態の固体撮像装置をカラーデバイス等に適用する場合は、各実施形態における画素分離膜7をカラーフィルターに置き換えるだけでよい。この場合、カラーフィルターの屈折率 $n_1$ は、一般的に $n_1 = 1.6$ 程度である。絶縁膜6上に四角錐台形状のカラーフィルターを光電変換部2に対向する位置に一定間隔で積層する。例えば、カラーフィルターには、富士フィルムオーリン株式会社製のCOLOR MOSAIC CM-8000を使用して、 $0.5 \mu\text{m} \sim 1.0 \mu\text{m}$ の膜厚で積層する。

【0051】四角錐台形状のカラーフィルターは、光電変換部2および電荷輸送部から成る任意のユニット毎にパターン形成されるが、隣接するユニットセルに対する各カラーフィルターのパターンが同時に形成される

いように、1つのユニットセルに対する各カラーフィルターのパターン形成は複数回に分けて行われる。このようにして、四角錐台形状のカラーフィルターを全ての光電変換部2に対向する位置にそれぞれ設けることができる。

【0052】四角錐台形状のカラーフィルターの側面の傾斜角度は、光源からの照射射角および照射光の焦点点によって水平方向に対して $40^{\circ} \sim 80^{\circ}$ の範囲で変更される。

【0053】画素分離膜7の代わりに四角錐台形状のカラーフィルターを用いる場合には、透明膜9の表面に形成される凹レンズ10の中心が隣接する各カラーフィルターの境界位置（溝部8の最下部）にはば一致するため、任意のカラーフィルターを通過した入射光が隣接するカラーフィルターに対向する位置にある光電変換部2に到達することが抑制され、各カラーフィルター上に形成されるマイクロレンズ15の加工に際しての寸法のパラッキ等による混色が防止される。

【0054】

【発明の効果】本発明の固体撮像装置は、半導体基板の内部に受光部である複数の光電変換部が一定の間隔をあけて設けられており、半導体基板上に各光電変換部にてそれぞれ生成された信号電荷を転送する電荷転送電極が、各光電変換部の間に、それぞれ設けられるとともに、半導体基板上に各電荷転送電極を埋め込むように絶縁膜が積層されている状態において、絶縁膜上の光電変換部に対向する位置に、画素分離膜がそれぞれ設けられており、隣接する一対の画素分離膜の側面同士の間所定の角度を有する断面V字状の溝部が形成されていることによって、光電変換部の光感度を向上させるとともに、選択されていない画素からの信号電荷の漏れよりにじみが生じるスミア現象を抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態の固体撮像装置の要部の概略断面図である。

【図2】本発明の第2の実施形態の固体撮像装置の要部の概略断面図である。

【図3】本発明の第3の実施形態の固体撮像装置の要部の概略断面図である。

【図4】本発明の第4の実施形態の固体撮像装置の要部の概略断面図である。

【図5】従来の固体撮像装置の概略断面図である。

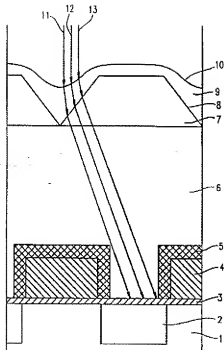
【図6】従来の他の固体撮像装置の概略断面図である。

【図7】従来のさらに他の固体撮像装置の概略断面図である。

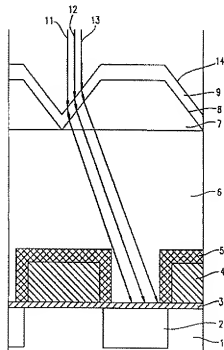
【符号の説明】

- 1 半導体基板
- 2 光電変換部
- 3 層間膜
- 4 電荷転送電極
- 5 遮光膜
- 6 絶縁膜
- 7 画素分離膜
- 8 溝部
- 9 透明膜
- 10 凹レンズ
- 11 入射光
- 12 入射光
- 13 入射光
- 14 溝部
- 15 入射光
- 16 入射光
- 17 入射光
- 18 入射光
- 19 カラーフィルター
- 20 平坦化膜
- 21 凹レンズ
- 22 中間膜
- 23 凹レンズ
- 24 中間膜

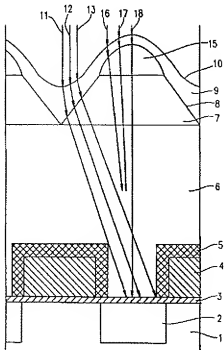
【圖1】



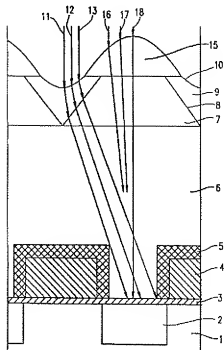
【圖2】



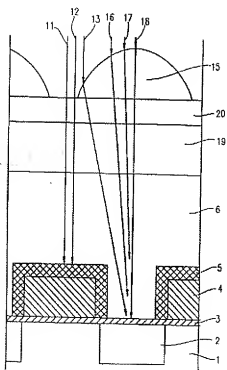
【圖3】



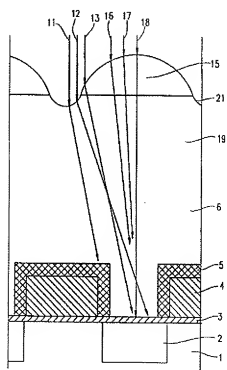
【圖4】



【圖5】



【圖6】



【圖7】

